

## HASIL IDENTIFIKASI MISKONSEPSI SISWA DITINJAU DARI ASPEK MAKROSKOPIS, MIKROSKOPIS, DAN SIMBOLIK (MMS) PADA POKOK BAHASAN PARTIKULAT SIFAT MATERI DI TAIWAN

Liu Shui-Te<sup>a</sup>, Irene Wardhani Kusuma<sup>b</sup>, Sri Wardani<sup>b</sup>, dan Harjito<sup>b</sup>

<sup>a</sup>National Tainan Chia-Chi Senior High School, Sec. 1, Jiankang Rd. No.342, West Central District, Tainan City 700, Taiwan (R.O.C.)

<sup>b</sup>Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang  
Gedung D6 Lantai 2 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang, 50229, Telp. (024)8508035  
E-mail: chemiss147@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui miskonsepsi yang dialami siswa di tahun pertama Senior High School pada pokok bahasan Partikulat Sifat Materi ditinjau dari aspek makroskopis, mikroskopis, dan simbolik (MMS) menggunakan 13 butir soal three-tier diagnostic test. Metode penelitian yang digunakan adalah mix-method terhadap 70 siswa pada rentang usia 15-16 tahun. Instrumen penelitian yang digunakan untuk pengambilan data adalah soal three-tier diagnostic test dengan kolom alasan terbuka yang mana telah divalidasi oleh validator yang terakreditasi. Hasil analisis soal diagnostik secara kuantitatif menunjukkan siswa secara keseluruhan masih belum memahami konsep partikulat sifat materi yang ditunjukkan dengan nilai rata-rata siswa yang rendah yakni sebesar 50,654. Hasil analisis secara deskriptif menunjukkan bahwa miskonsepsi yang terjadi pada siswa dalam materi ini adalah sebesar 25,547%, sementara 69,216% siswa masuk dalam kategori tidak tahu konsep. Miskonsepsi yang kerap terjadi pada siswa adalah: pelarutan garam sebagai perubahan fisika, kenaikan temperatur mengakibatkan partikel mengalami ekspansi, perbedaan antara tabung “kosong” dengan tabung “hampa”, dan pendefinisian kurva pendinginan naftalen. Penelitian menunjukkan bahwa pemberian aspek makroskopis tanpa pemahaman pada aspek mikroskopis dapat memicu terjadinya miskonsepsi, dan pemahaman pada aspek simbolik perlu ditekankan agar siswa memiliki pemahaman konsep secara utuh.

**Kata kunci:** makroskopis, mikroskopis, miskonsepsi, simbolik, three-tier diagnostic test

### ABSTRACT

The aim of this study was to identify misconceptions that happened in first grade students of Senior High School particularly in the topic Particulate Nature of Matter regarding to macroscopic, microscopic, and symbolic (MMS) aspect using 13 items of three-tier diagnostic test. Research method used in this research was mix-method toward 70 students in the ages of 15-16 years old. Instrument research used was three-tier diagnostic test with open-ended answer for reason column which reviewed by qualified evaluator. The quantitative result from the diagnostic test revealed that almost entirely student don't comprehend the concept of this topic, which is shown by the low average score achievement as much 50,654. The descriptive analysis result proved that the students who undergo misconception were as much 25,547%, whereas as much 69,216% of students included as category lack of knowledge. This method also presented the misconceptions that frequently happened among the students, they are: dissolving salt in water as a physical change, raise of temperature cause particle to expanse, the appearance of tube between “empty” with “nothing” tube, and curve interpretation of cooling naphthalene. This research eventually disclosed that the emphasizing of macroscopic aspect without understanding on microscopic aspect can lead students to misconception, and for addition, the comprehension of symbolic aspect is necessary for students to have complete conceptual comprehension.

**Keywords:** macroscopic, microscopic, misconception, symbolic, three-tier diagnostic test

## PENDAHULUAN

Sejak pertengahan tahun 1970-an, penelitian mengenai pemahaman siswa terhadap konsep sains sangat berkembang pesat (Arslan, *et al.*, 2012). Penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi pemahaman konsep siswa pada level dan pokok bahasan yang berbeda. Keinginan yang besar untuk memahami ide, penyebab, dan dampak pemahaman konsep siswa terhadap proses belajar dan pencapaian hasil belajar siswa terus berlangsung hingga saat ini.

Pemahaman konsep siswa pada materi Kimia sangat penting bagi siswa, karena pada dasarnya, kimia adalah suatu subyek materi yang berlandaskan pada konsep (Stojanovska, *et al.*, 2014). Pemahaman konsep yang keliru mengakibatkan siswa dapat mengalami miskonsepsi. Miskonsepsi merupakan logika atau pola berpikir siswa yang tidak sesuai dengan kaidah ilmu pengetahuan. Miskonsepsi sangat kuat, persisten, dan sulit untuk diubah, sehingga akan mengganggu dalam menyerap pelajaran selanjutnya sebab logika siswa ini sangat didasarkan pada pengetahuan yang telah ia peroleh dan biasanya siswa sulit untuk mengubah pola pikirnya. Banyak miskonsepsi pada beberapa topik kimia yang telah dicatat (Horton, 2007), salah satunya adalah pada pokok bahasan partikulat sifat materi.

Berdasarkan fenomenanya, kimia dibagi menjadi tiga level representasi, yaitu: (1) level makroskopis yaitu penggambaran fenomena nyata yang dapat dilihat melalui pengalaman siswa sehari-hari ketika mengamati perubahan sifat materi, misalnya

perubahan warna, pH larutan air, pembentukan gas, dan endapan dalam reaksi kimia, (2) level sub-mikroskopis yaitu pemberian penjelasan pada tingkat partikulat dimana materi digambarkan terdiri atas atom, molekul, serta ion, dan (3) level simbolik yaitu melibatkan penggunaan simbol-simbol dalam kimia, rumus dan persamaan, serta penggambaran struktur molekul, diagram, model, dan animasi komputer yang melambangkan materi (Chandrasegaran, 2007). Pembelajaran kimia hendaknya ditekankan pada tiga level representasi tersebut (Johnstone, 2006). Siswa dikategorikan memiliki pemahaman konsep yang baik jika mampu mentransfer dan menghubungkan fenomena makroskopis, sub-mikroskopis, dan simbolik. Kunci pokok dalam pemecahan masalah kimia adalah pada kemampuan merepresentasikan fenomena kimia pada level sub-mikroskopis (Treagust, *et al.*, 2003). Ketidakmampuan siswa dalam merepresentasikan fenomena kimia pada level sub-mikro dapat menghambat kemampuan dalam memecahkan masalah-masalah kimia yang berkaitan dengan fenomena baik makroskopik maupun simbolik (Kozma dan Rusell, 2005).

Metodologi yang digunakan untuk mengidentifikasi miskonsepsi tentang partikulat sifat berdasarkan ketiga aspek representasi kimia bervariasi, meliputi wawancara, soal dengan pilihan jawaban terbuka, soal dengan pilihan jawaban tertutup (Stamou dan Stamou, 2007), dan soal dengan pilihan respon terbuka (Khalid, 2003). Sebagian besar penelitian untuk menentukan miskonsepsi siswa

menggunakan soal dengan pilihan jawaban tertutup. Akan tetapi, meskipun penggunaan soal dengan pilihan jawaban tertutup lebih mudah baik untuk siswa dan peneliti, namun jenis soal seperti ini dapat mengarah pada kesimpulan yang salah karena pilihan jawaban sangat dibatasi. Maka dari itu, penelitian menggunakan soal dengan pilihan jawaban terbuka dalam pengumpulan data, agar masing-masing siswa dapat memberikan alasannya dengan tanpa dibatasi.

Soal yang digunakan menggunakan model soal *three-tier diagnostic test*, yang mana merupakan cara yang efektif, selain untuk meminimalisir siswa dalam menebak jawaban, juga mampu untuk membedakan antara siswa yang kurang pengetahuan atau tidak tahu konsep dengan siswa yang salah konsep atau mengalami miskonsepsi (Caleon dan Subramaniam, 2010). Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah cara mengidentifikasi miskonsepsi ditinjau dari aspek makroskopis, mikroskopis, dan simbolik pada siswa kelas X *Chia-Chi Senior High School*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui letak miskonsepsi siswa kelas X berdasarkan aspek MMS pada pokok bahasan partikulat sifat materi.

#### **METODE PENELITIAN**

Sebanyak 70 siswa kelas X sekolah *Chia-Chi Senior High School* di Taiwan dipilih sebagai sampel berdasarkan teknik *purposive random sampling*. Penelitian dilakukan pada semester ganjil tahun 2016-2017 bulan Oktober hingga November 2016. Metode penelitian yang digunakan dalam

penelitian ini adalah *mix method*. Metode kualitatif untuk mengukur pengelompokan siswa yang tahu konsep, mengalami miskonsepsi, atau yang tidak tahu konsep, sementara metode kuantitatif atau pengukuran hasil belajar siswa digunakan untuk mengukur jumlah siswa yang memahami materi secara keseluruhan. Pokok bahasan dalam penelitian ini adalah partikulat sifat materi, yang terbagi menjadi 3 sub-bagian yaitu Kimia dan Materi, Teori Kinetik Partikel, dan Klasifikasi Materi. Metode pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan soal *three-tier diagnostic test*. Ketiga belas soal tes diagnostik yang diujikan ini diperoleh dari berbagai buku dan sumber soal yang telah dipublikasi dan valid. Tabel 1 menunjukkan tipe soal dan sumber soal.

Sebanyak 13 soal dengan jenis *close-ended question* untuk soal pilihan ganda dan *open-ended question* untuk kolom alasan, dipilih berdasarkan konsep materi untuk mengetahui letak miskonsepsi siswa pada pokok bahasan partikulat sifat materi yang terdiri dari tiga sub-materi, yakni Kimia dan Materi, Teori Kinetik Partikel, dan Klasifikasi Materi. Analisis hasil respon siswa terhadap soal diagnostik diuji secara kuantitatif dan kualitatif untuk pada akhirnya mengetahui letak miskonsepsi siswa pada ketiga sub-materi tersebut. Uji kuantitatif menggunakan uji normalitas untuk mengetahui kenormalan kelas sampel. Uji kualitatif pada soal diagnostik dilakukan dengan mengukur satu persatu hasil jawaban siswa dan mengkategorikan siswa ke dalam kelompok tertentu untuk tiap sub-materi.

**Tabel 1.** Tipe dan sumber soal untuk setiap sub-materi

Konsep	Nomor Item	Ranah Kognitif	Aspek Representasi	Sumber
Kimia dan Materi	1	C1 (Pengetahuan)	Makroskopis	A. Bab 1, Hal. 7
	4	C3 (Aplikasi)	Simbolik	B. Bab 2, Hal. 27
	5	C2 (Pemahaman)	Makroskopis	B. Bab 2, Hal. 28
	9	C3 (Aplikasi)	Makroskopis	B. Bab 2, Hal. 27
Teori Kinetik Partikel	3	C2 (Pemahaman)	Makroskopis	C. Bab 4, Hal. 19
	6	C3(Aplikasi)	Makroskopis	C. Bab 4, Hal. 20
	7	C2 (Pemahaman)	Mikroskopis	B. Bab 2, Hal. 28
	10	C3 (Aplikasi)	Simbolik	B. Bab 2, Hal. 28
	11	C2 (Pemahaman)	Mikroskopis	D. Bab 4, Hal. 87
	12	C2 (Pemahaman)	Mikroskopis	D. Bab 4, Hal. 86
Klasifikasi Materi	13	C2 (Pemahaman)	Mikroskopis	D. Bab 4, Hal. 86
	2	C2 (Pemahaman)	Makroskopis	C. Bab 4, Hal. 66 dan 72
	8	C2 (Pemahaman)	Mikroskopis	D. Bab 4, Hal. 86

- A. Mc Murry, John E., Robert C. Fay. 2003. *Chemistry* (4<sup>th</sup> Edition). America: Prentice Hall.  
 B. Seang, Ooi Yong, dkk. *SPOTLIGHT Galaxy S SPM Chemistry*. 2014. Malaysia: Pan Asia Publications.  
 C. Toon, Tan Yin, dkk. 2007. *G.C.E.'O' Level Chemistry Matters*. Singapore: Marshall Cavendish International.  
 D. Barke, Hans-Dieter, dkk. 2009. *Misconceptions in Chemistry*. Munster: Springer.

Pada bagian pertama untuk setiap butir soal adalah soal jawaban pilihan ganda (tingkat pertama). Bagian kedua terdiri atas kemungkinan alasan untuk jawaban yang diberikan pada tingkat pertama dan terdapat tempat kosong bagi siswa untuk memberikan alasan lain yang mungkin tidak tersedia di pilihan jawaban (tingkat kedua). Pada penelitian yang dilakukan, soal hanya tersedia tempat kosong untuk siswa

leluasa dalam memberikan alasan jawaban. Bagian ketiga dari tiap butir soal terdapat tingkat keyakinan siswa dalam memberikan jawaban, yang dapat mengukur rasa percaya diri siswa dalam memberikan respon jawaban (tingkat ketiga). Contoh soal *three-tier diagnostic test* ditunjukkan pada Gambar 1.

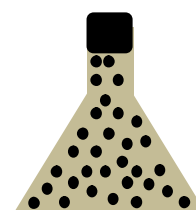
memberikan alasan, agar siswa lebih

8. Imagine that our eyes could see until particle size in the flask (picture below), we would find out that space between the particles is filled with ...

- Air
- Contaminants
- Oxygen
- No matter at all

Reason:

Sure  Not sure



**Gambar 1.** Contoh soal *three-tier diagnostic test*

Tes soal sebelumnya telah direview oleh dua orang dosen kimia dan seorang master kimia yang juga merupakan guru Kimia sekolah Chia-Chi Senior High School sementara untuk bahasa yang digunakan telah dinilai oleh guru bahasa Inggris di

sekolah Chia-Chi Senior High School. Penilaian secara kualitatif didasarkan pada Tabel 2, yakni mengenai kategori siswa berdasarkan jawaban yang diberikan pada ketiga tingkat soal.

**Tabel 2.** Kelompok siswa berdasarkan jawaban yang diberikan

Kemungkinan Jawaban Siswa			Kategori	Singkatan
Tingkat 1	Tingkat 2	Tingkat 3		
Benar	Benar	Yakin	Tahu Konsep	TK
Benar	Benar	Tidak Yakin	Tahu Konsep Kurang Percaya Diri*	TKKPD
Benar	Salah	Tidak Yakin	Tidak Tahu Konsep	TTK
Salah	Benar	Tidak Yakin	Tidak Tahu Konsep	TTK
Salah	Salah	Tidak Yakin	Tidak Tahu Konsep	TTK
Salah	Benar	Yakin	Miskonsepsi	MK
Benar	Salah	Yakin	Miskonsepsi	MK
Salah	False	Yakin	Miskonsepsi	MK

\*juga disebut *lucky guess* / menjawab benar secara kebetulan

(Arslan *et al.*, 2012)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Kuantitatif Soal *Three-Tier Diagnostic Test*

Uji kuantitatif menggunakan bantuan SPSS meliputi uji normalitas dan deskriptif statistik. Uji normalitas menggunakan uji Saphiro-Wilk menunjukkan bahwa kedua kelas sampel memiliki harga normalitas berturut-turut sebesar 0,527 dan 0,180. Oleh karena harga normalitas kedua kelas memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, maka kedua kelas memenuhi syarat sebagai kelas sampel karena dapat mewakili keadaan populasi. Harga normalitas untuk hasil soal *three-tier diagnostic test* untuk masing-masing kelas sampel adalah sebesar 0,057 dan 0,081. Karena kedua kelas berdistribusi normal,

maka uji selanjutnya digunakan uji parametrik.

Soal diagnostik diberikan di awal untuk mengukur keaslian pemahaman konsep siswa. Siswa diberi waktu 30 menit untuk mengerjakan ketiga belas soal, yang masing-masing soal terdiri atas jawaban pilihan ganda, alasan, serta tingkat keyakinan siswa dalam memberikan jawabannya. Analisis deskriptif statistik soal diagnostik tiga tingkat ditunjukkan oleh Tabel 3. Pada uji kuantitatif ini, siswa dikategorikan benar berdasarkan jawaban pilihan ganda saja. Setiap jawaban benar pada pilihan ganda diberi skor 1 dan jika salah 0 poin, sehingga skor maksimal yang mampu dicapai siswa adalah 13 point. Analisis dengan menyertakan kolom alasan

dan tingkat keyakinan siswa akan dilakukan oleh uji secara deskriptif.

**Tabel 3.** Deskriptif statistik soal *three-tier diagnostic test*

Parameter	Jumlah
Banyak Item	13
Jumlah partisipan	70
Rerata	50,6535
Simpangan Baku	5,7236
Nilai minimum	7,6923
Nilai maksimum	76,9230

### Hasil Kualitatif Soal *Three-Tier Diagnostic Test*

Uji secara kualitatif bertujuan untuk mengetahui miskonsepsi siswa berkaitan dengan aspek makroskopis, mikroskopis, dan simbolik siswa. Pengukuran miskonsepsi siswa masih sama yakni menggunakan soal *three-tier diagnostic test*, namun tidak seperti pada uji kuantitatif, uji kualitatif meliputi semua tingkat soal. Persentase hasil respon siswa diberikan pada Tabel 4. Tabel 4 menunjukkan persentase siswa yang menjawab benar pada tingkat 1 dan pada tingkat 2. Pada tingkat selanjutnya, yaitu tingkat 3 menyatakan persentase rata-rata siswa yang yakin dengan jawaban yang mereka berikan pada dua tingkat sebelumnya. TTK (Tidak Tahu Konsep) adalah persentase siswa yang memberikan jawaban salah baik pada tingkat 1, tingkat 2 maupun keduanya, serta tidak yakin dengan jawaban yang mereka berikan, sementara miskonsepsi adalah siswa yang

memberikan jawaban salah pada tingkat 1, tingkat 2, maupun keduanya, tetapi yakin akan atas jawabannya.

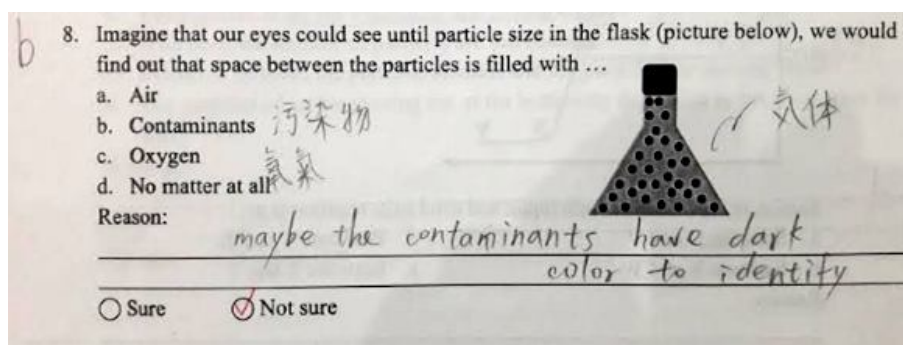
Pada tiap-tiap konten materi, masih banyak siswa yang mengalami miskonsepsi, yakni sebanyak lebih dari 20%. Pada konten Kimia dan Materi, persentase tertinggi yakni sebanyak 51,306% siswa mengalami miskonsepsi pada soal nomor 5. Soal nomor 5 berkenaan dengan kelarutan garam dapur dalam air. Sebagian besar siswa menjawab bahwa kelarutan garam dalam air merupakan peristiwa fisika, namun tidak mampu memberikan alasan yang mendukung, serta rata-rata siswa yakin dengan jawaban yang mereka berikan, sehingga siswa dikategorikan sebagai golongan siswa yang mengalami miskonsepsi. Pada konten yang kedua yakni Teori Kinetik Partikel, miskonsepsi terbanyak adalah sebesar 48,529%, yakni pada soal nomor 10. Siswa mengalami miskonsepsi pada materi diagram kurva fase zat. Sebagian besar siswa mengalami miskonsepsi pada posisi fase padat dan cair jika diketahui titik leleh suatu zat dalam kurva. Pada materi terakhir, yaitu klasifikasi materi, sebanyak 20,106% siswa mengalami miskonsepsi, tetapi lebih didominasi oleh siswa yang tidak tahu konsep. Mereka memberikan alasan yang salah serta tidak yakin dalam memberikan jawaban terhadap suatu tabung yang mengandung sejumlah partikel.

**Tabel 4.** Persentase hasil respon siswa

Konsep	Nomor Item	Aspek Representasi	Jawaban Benar (%)			TTK (%)	Miskonsepsi (%)
			Tingkat 1	Tingkat 2	Tingkat 3		
Kimia dan Materi	1	Makroskopis	22,468	0,000	2,9410	100,00	0,000
	4	Simbolik	81,507	15,686	55,473	45,915	38,398
	5	Makroskopis	19,689	11,274	61,111	40,278	51,306
Teori Kinetik Partikel	9	Makroskopis	75,571	7,1070	35,375	64,624	29,738
	3	Makroskopis	87,091	52,941	54,003	46,052	14,052
	6	Makroskopis	41,339	4,3300	4,3300	95,669	2,8590
	7	Mikroskopis	62,500	12,990	25,735	74,264	14,134
	10	Simbolik	35,865	0,000	49,917	51,471	48,529
Klasifikasi Materi	11	Mikroskopis	51,879	2,778	16,993	81,617	16,993
	12	Mikroskopis	54,085	4,248	30,228	69,771	27,450
	13	Mikroskopis	24,428	4,248	25,735	72,794	24,436
Klasifikasi Materi	2	Makroskopis	53,268	2,778	19,771	78,758	18,382
	8	Mikroskopis	38,643	1,338	21,405	78,595	20,106

Gambar 2 menunjukkan salah satu jawaban siswa yang tergolong pada siswa yang tidak tahu konsep, karena jawaban

dan alasan yang diberikan salah serta siswa tidak yakin dengan jawaban yang mereka berikan.

**Gambar 2.** Siswa yang masuk dalam golongan tidak tahu konsep (ttk) pada soal nomor 8

Hasil secara kuantitatif menunjukkan bahwa nilai rata-rata siswa dalam menjawab soal *three-tier diagnostic test* adalah sebesar 50,65. Hal ini menyatakan kemampuan rata-rata siswa belum mampu mencapai nilai ketuntasan minimal, yang

berarti pemahaman siswa terhadap materi partikulat sifat materi masih sangat kurang. Nilai maksimal yang dapat diraih siswa adalah 76,92 sementara nilai terendah siswa adalah sebesar 7,69. Nilai yang diperoleh tergolong masih rendah,

dikarenakan soal diberikan tanpa pemberian materi terlebih dahulu, tujuannya agar peneliti dapat mengukur secara akurat letak miskonsepsi siswa, namun juga tidak bisa terelakkan dari dampak minimnya pengetahuan siswa dalam menjawab soal-soal. Siswa yang mendapatkan nilai yang tinggi belum tentu tidak mengalami miskonsepsi, sebab alasan atas jawaban yang diberikan belum tentu koheren dan benar. Jadi, perhitungan secara kuantitatif saja tidak cukup untuk menunjukkan letak miskonsepsi siswa. Oleh sebab itu perlu dilakukan analisis secara kualitatif.

Pada analisis kualitatif, persentase jawaban benar dan tingkat keyakinan siswa pada tes diagnostik tiga tingkat dapat menunjukkan kategori siswa yang tahu konsep, tidak tahu konsep, dan siswa yang mengalami miskonsepsi. Analisis ini membahas beberapa konsep yang menunjukkan ketidaktahuan siswa akan suatu konsep materi dan letak miskonsepsi siswa, yang pembahasannya meliputi konsep, aspek, dan penjelasan. Pada analisis terhadap siswa yang tidak tahu konsep, diperoleh empat point TTK (Tidak Tahu Konsep), yaitu:

TTK 1 : Sifat intensif dan ekstensif

TTK 2 : Hubungan antara energi kinetik zat dengan kecepatan gerak partikel

TTK 3 : Peristiwa sublimasi lodin

TTK 4 : Larutnya gula dalam air

Sementara pada analisis miskonsepsi siswa secara kualitatif diperoleh bahwa terdapat 4 konsep utama yang mana siswa masih mengalami salah persepsi, yaitu:

M1 : Pelarutan garam dapur dalam air merupakan perubahan fisika

M2 : Naiknya temperatur mengakibatkan partikel mengalami ekspansi

M3 : Tabung kosong dengan tabung hampa

M4 : Diagram kurva pendinginan naftalen

### **TTK 1: Sifat Intensif dan Ekstensif**

Soal yang berkaitan dengan sifat intensif dan ekstensif terdapat pada soal nomor 1. Pada soal yang merupakan tipe soal C1 (pengetahuan) ini, seluruh siswa sampel dikategorikan tidak tahu konsep. Sebesar 22,468% mampu menjawab benar bahwa warna merupakan sifat intensif, namun tidak ada yang mampu menjelaskan dengan benar mengapa warna digolongkan ke dalam sifat tersebut. Soal yang menekankan pada aspek makroskopis ini mensyaratkan siswa untuk mengerti definisi dari sifat ekstensif dan intensif terlebih dahulu agar siswa mampu memberikan jawaban serta alasan yang benar. Faktor yang mempengaruhi hal ini dapat dikarenakan siswa lupa dengan sifat materi yang pernah diajarkan ketika siswa berada di *Junior High School*.

### **TTK 2: Hubungan Antara Energi Kinetik Zat dengan Kecepatan Gerak Partikel**

Soal yang berkaitan dengan energi kinetik zat dan ukuran partikel berada pada soal nomor 6. Terdapat 4 buah balon, di mana balon 1 dan 2 berisi gas hidrogen dan balon 3 dan 4 berisi udara bersih, sementara untuk balon 1 dan 3 berada pada suhu ruang dan balon 2 dan 4 berada pada suhu 0°C. Siswa diminta memberikan jawaban balon manakah yang paling cepat menyusut. Sebanyak 95,669% siswa dikategorikan sebagai siswa yang tidak tahu konsep. Tipe soal ini menekankan pada



aspek makroskopis, namun juga disertai dengan aspek mikroskopis. Rata-rata siswa telah mengerti bahwa temperatur mempengaruhi gerak partikel, semakin tinggi temperatur, maka partikel bergerak semakin cepat, namun siswa masih kebingungan dalam menghubungkannya dengan ukuran partikel. Pada temperatur yang sama, partikel yang berukuran besar bergerak lebih lambat dibandingkan partikel yang berukuran kecil. Oleh sebab itu, balon yang akan menyusut lebih cepat adalah balon yang berada pada suhu yang tinggi, dalam hal ini adalah suhu kamar, dan partikel gas dalam balon kecil, yakni gas hidrogen, sehingga semakin banyak dan semakin cepat partikel yang dapat lolos dari permukaan balon. Dalam hal ini 41,339% siswa memahami aspek makroskopisnya namun hanya ada sebesar 4,33% siswa yang mampu menghubungkan aspek makroskopis dengan aspek mikroskopisnya.

### **TTK 3: Peristiwa sublimasi Iodin**

Peristiwa sublimasi iodin ditunjukkan pada soal nomor 9, dimana soal ini dikategorikan sebagai soal C3 (aplikasi) dan menyangkut aspek makroskopis. Sebanyak 75,571 siswa benar dalam menjawab pertanyaan bahwa ketika iodin dipanaskan, maka iodin akan mengalami peristiwa sublimasi dan bukan meleleh, namun sangat sedikit siswa yang mampu memberikan alasan yang tepat terkait jawaban yang mereka berikan. Tekanan uap total senyawa iodin melampaui tekanan atmosfernya sehingga ketika dipanaskan iodin akan langsung berubah menjadi gas tanpa melalui fase cair.

### **TTK 4: Larutnya Gula dalam Air**

Proses melarutnya gula dalam air terdapat pada soal nomor 13. Soal ini menekankan pada aspek mikroskopis dimana siswa diminta untuk memberikan jawaban yang benar terkait dengan proses melarutnya gula dalam air. Sebanyak 38,643% siswa mampu memberikan jawaban benar pada tingkat pertama, namun tidak mampu memberikan alasan yang tepat mengapa memilih jawaban tersebut. Hanya 1 orang siswa yang mampu memberikan pernyataan yang tepat bahwa peristiwa pelarutan gula melibatkan 2 zat yakni molekul gula ( $C_6H_{12}O_6$ ) dan molekul air ( $H_2O$ ), sehingga tentunya gambar yang paling tepat adalah gambar yang menunjukkan adanya 2 molekul yang terlibat di dalamnya. Selain itu, gula yang berwujud padat tetap digambarkan berupa molekul-molekul (lingkaran) yang sangat rapat dan tidak berupa satu kesatuan (kotak). Pada soal ini sebesar 78,595% dikategorikan sebagai siswa yang tidak tahu konsep. Sedikitnya jumlah siswa yang tahu konsep mengenai sub-materi ini menunjukkan bahwa pemahaman terhadap aspek mikroskopis siswa terhadap zat atau partikel berwujud padat, cair, dan gas masih rendah.

### **M1: Pelarutan Garam Dapur dalam Air Merupakan Perubahan Fisika**

Peristiwa larutnya garam dapur ( $NaCl$ ) dalam air ditunjukkan pada soal nomor 5. Soal nomor 5 merupakan soal tipe C2 (pemahaman) dan menekankan pada aspek makroskopis sekaligus juga aspek mikroskopis. Sebanyak 51,306% siswa mengalami miskonsepsi pada topik ini, dikarenakan siswa mengasumsikan bahwa peristiwa melarutnya garam dalam air

merupakan peristiwa fisika, padahal sesungguhnya ketika NaCl dilarutkan di dalam air, akan terurai menghasilkan ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Cl}^-$ , sehingga termasuk perubahan kimia, karena menghasilkan zat baru yakni berupa ion-ionnya.

### **M2: Naiknya Temperatur Mengakibatkan Partikel Mengalami Ekspansi**

Soal pada topik ini terdapat pada nomor 12. Soal menekankan pada aspek mikroskopis dan ditemukan ada siswa yang menjawab bahwa efek pemanasan pada partikel dalam botol menyebabkan partikel berekspansi dan bertambah besar. Sebanyak 27,450% siswa mengalami miskonsepsi pada pokok bahasan ini. Penelitian berkaitan dengan miskonsepsi ini pernah diteliti sebelumnya dan ditemukan bahwa siswa berasumsi ketika temperatur berubah atau suatu senyawa berubah wujud, maka ukuran partikel ikut berubah (Cvetković, 2002). Perubahan yang tampak secara makroskopis jika tanpa disertai pemahaman yang tepat akan aspek mikroskopis dapat mengarahkan siswa pada terjadinya miskonsepsi.

### **M3: Tabung Kosong dengan Tabung Hampa**

Soal pada topik ini adalah pada nomor 8. Pada suatu tabung yang berisi suatu partikel, diumpamakan mata kita dapat melihat hingga ukuran partikel, maka siswa menyatakan bahwa celah kosong di antara partikel adalah udara, oksigen, atau zat pengotor. Padahal sesungguhnya ketiga contoh tadi juga merupakan partikel, sehingga seharusnya dapat dideteksi. Sebanyak 20,106% siswa mengalami miskonsepsi pada sub-materi ini dan hanya

ada 1 orang siswa yang mampu memberikan alasan yang tepat terkait jawaban yang ia berikan, yakni bahwa celah kosong antara partikel memang tidak terdapat partikel apapun sehingga tidak dapat terdeteksi keberadaannya.

### **M4: Diagram Kurva Pendinginan Naftalen**

Pertanyaan untuk topik ini terdapat pada soal nomor 10 dimana siswa diminta untuk menentukan kurva saat fase padat dan cair muncul secara bersamaan. Sebanyak 48,529% siswa mengalami miskonsepsi, yakni dengan menganggap bahwa kurva cair-gas adalah kurva saat padat-cair. Sebagian besar siswa yakin dengan jawaban yang mereka berikan meskipun jawaban yang diberikan salah.

Untuk menghilangkan miskonsepsi yang dialami siswa, diperlukan cara untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa di awal. Pokok bahasan partikulat sifat materi merupakan materi dasar pada mata pelajaran Kimia dan rata-rata sudah pernah diajarkan di bangku SMP. Ketika siswa mengerjakan soal diagnostik ini, siswa berusaha menggabungkan teori baru yang ia terima dengan aspek kognitif yang telah mereka miliki. Hal ini dapat menggiring siswa pada terjadinya miskonsepsi, jika aspek kognitif yang mereka miliki tidak benar. Jika siswa mengalami miskonsepsi, maka miskonsepsi ini juga akan berpengaruh terhadap pemahaman pada materi selanjutnya (Mondal dan Chakraborty, 2013). Jadi, ide atau pengetahuan awal siswa merupakan faktor penting yang berpengaruh terhadap perkembangan miskonsepsi siswa. Hal inilah yang mendasari pelaksanaan

penelitian yang dilakukan oleh peneliti, bahwa penelitian ini bermanfaat untuk mengidentifikasi sejauh mana konsep siswa tentang partikulat sifat materi serta untuk menunjukkan letak miskonsepsi siswa berkaitan dengan topik ini, khususnya kesalahpahaman siswa terhadap ide yang masih samar antara dunia makroskopis, mikroskopis, dan simbolik.

Munculnya miskonsepsi pada siswa menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam menghubungkan antara aspek makroskopis, mikroskopis, dan simbolik masih kurang dan terbatas. Pemberian ketiga level representatif untuk materi Kimia tidak serta merta diberikan secara bersamaan. Pemberian ketiga aspek representatif secara bersamaan kepada siswa menjadikan memori otak siswa bekerja melampaui batas dan sebaliknya dapat berpotensi menimbulkan miskonsepsi (Sirhan, 2007). Selain itu, penjelasan secara makroskopis dan simbolik tanpa memperhatikan aspek mikroskopis juga dapat membuat siswa mengalami miskonsepsi. Oleh sebab itu, konsep dalam kimia harus dijelaskan secara progresif, runtut, dan diawali dengan observasi secara makroskopis, setelah siswa memahami kondisi yang terjadi, kemudian dijelaskan secara lebih mendalam pada aspek mikroskopis-nya, dan selanjutnya dituangkan secara simbolik agar dapat berlaku secara umum. Hasil pembelajaran yang diperoleh dengan cara menghafal saja tanpa pemahaman bersifat sementara dan dapat berdampak pada penguasaan konsep yang kurang matang, sehingga dapat menyebabkan terjadinya kesalahpahaman

dalam mengembangkan konsep dasar yang dikuasainya untuk menyelesaikan berbagai macam pengembangan soal (Marsita, Priatmoko dan Kusuma, 2010). Oleh sebab itu penekanan pada pemahaman konsep siswa yang meliputi ketiga aspek representatif sangat dibutuhkan oleh siswa agar tidak mengalami miskonsepsi.

## SIMPULAN

Identifikasi miskonsepsi siswa pada pokok bahasan partikulat sifat materi terkait ketiga aspek representatif dilakukan dengan menggunakan *three-tier diagnostic test*. Agar siswa tidak mengalami miskonsepsi, pemberian materi diawali dengan menunjukkan aspek makroskopis, disertai dengan analisis pada aspek mikroskopis, selanjutnya penekanan pada aspek simbolik, sehingga siswa memiliki pemahaman konsep yang kuat dan utuh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., dan Moseley, C, 2012, A Three-Tier Diagnostic Test to Assess Pre-Service Teachers' Misconceptions about Global Warming, Greenhouse Effect, Ozone Layer Depletion, and Acid Rain, *International Journal of Science Education*, Vol 34, No 11, Hal. 1667–1686.
- Barke, H.-D., Hazari, A., dan Yitbarek, S., 2009, *Misconceptions in Chemistry, Addressing Perceptions in Chemical Education*, Berlin: Springer-Verlag.
- Caleon, I., dan Subramaniam, R, 2010, Development and Application of a Three-Tier Diagnostic Test to Assess Secondary Students' understanding of waves, *International Journal of Science Education*, Vol 32, No 7, Hal. 936-961.

- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., dan Mocerino, M., 2007, Enhancing Students' Use Of Multiple Levels Of Representation To Describe And Explain Chemical Reactions, *School Science Review*, Vol 88, Hal. 325.
- Cvetković, S., 2002, *Chemistry for the 1st Year of Reformed Gymnasium Education*, Macedonian: Prosvetno Delo.
- Horton, C., 2007, Student Alternative Conceptions in Chemistry, *Journal of Science Education*, Vol 7, No 2, Hal. 18–38.
- Johnstone, A.H., 2006, Chemical Education Research in Glasgow in Perspective, *Chemistry Education Research and Practice*, Vol 7, No 2, Hal. 49-63.
- Khalid, T., 2003, Pre-service High School Teachers' Perceptions of Three Environmental Phenomena, *Environmental Education Research*, Vol 9, No 1, Hal. 35–50.
- Kozma, R., dan Russell, J., 2005, Students Becoming Chemists: Developing Representational Competence, *Visualization in Science Education*, Vol 7, Hal. 121-145.
- Marsita, R. A., Priatmoko, S., dan Kusuma, E., 2010, Analisis Kesulitan Belajar Kimia Siswa SMA dalam Memahami Materi Larutan Penyangga dengan Menggunakan Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Instrument, *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, Vol 4, No 1, Hal. 512-520.
- Mondal, B. C., dan Chakraborty, A., 2013, *Misconceptions in Chemistry*, Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing.
- Sirhan, G., 2007, Learning Difficulties in Chemistry: An Overview, *Journal of Turkish Science Education*, Vol 4, No 2, Hal. 2–20.
- Stamou, A. G., dan Stamou, G. P., 2007, Becoming a Scientist: The Role of Undergraduate Research in Students' Cognitive, Personal, and Professional Development, *Science Education*, Vol 91, No 1, Hal. 36–74.
- Stojanovska, M., Petruševski, V. M., dan Šoptrajanov, B., 2014, Study of the Use of the Three Levels of Thinking and Representation, *Section of Natural, Mathematical and Biotechnical Sciences, MASA*, Vol 35.
- Summers, M., Kruger, C., Childs, A., dan Mant, G., 2000, Primary School Teachers' Understanding of Environmental Issues: An interview Study, *Environmental Education Research*, Vol 6, No 4, Hal. 293–312.
- Treagust, D., Chittleborough, dan Mamiala, 2003, The Role of Submicroscopic and Symbolic Representations in Chemical Explanations, *International Journal Science Education*, Hal. 1353-1368.